

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-078727

(43)Date of publication of application : 22.03.1996

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

H01L 21/56

H01L 23/28

(21)Application number : 06-215556

(71)Applicant : NICHIA CHEM IND LTD

(22)Date of filing : 09.09.1994

(72)Inventor : HATADA JUNICHI

MATOKA KOSUKE

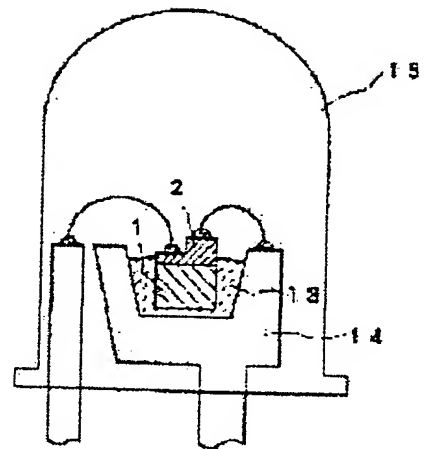
KISHI AKITO

(54) LIGHT EMITTING DIODE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide LED's high in reliability, capable of maintaining a stable output even in high temperature and humidity.

CONSTITUTION: In a light emitting diode, nitride gallium group compound semiconductors 2 are stacked on a sapphire substrate 1 to obtain a light emitting chip of which a sapphire substrate 1 surface is arranged on a supporter 14 via adhesives 13, and the entire light emitting chip is molded. The light emitting chip is adhered with adhesives 13 composed of a resin having a smaller hardness than mold resin 15.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3309939

[Date of registration] 24.05.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the light emitting diode characterized by having pasted up with the adhesives with which the silicon-on-sapphire side of the luminescence chip with which it comes to carry out the laminating of the gallium nitride system compound semiconductor on silicon on sapphire is installed on a base material through adhesives, and the whole luminescence chip consists of resin with a degree of hardness smaller than the resin with which the mold of said luminescence chip was carried out in the light emitting diode which comes to carry out mold by resin further.

[Claim 2] Light emitting diode according to claim 1 with which the hardness difference of said adhesives and mold resin is characterized by a certain thing ten or more with the Rockwell hardness in 25 degrees C.

[Claim 3] Light emitting diode according to claim 1 characterized by for said adhesives being rubber-like elasticity resin, and Rockwell hardness [in / in said mold resin / 25 degrees C] being 80 or more resin.

[Claim 4] Light emitting diode given in any 1 term of claim 1 characterized by a rubber-like elasticity particle containing in said adhesives thru/or the claims 3.

[Translation done.]

BEST AVAILABLE COPY

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] The luminescence chip which consists of a gallium nitride system compound semiconductor ($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x, 0 \leq y, x+y \leq 1$) on silicon on sapphire makes silicon on sapphire an adhesion side, it pastes up on a base material, and this invention relates to light emitting diode (LED) equipped with the structure where the mold of the whole was carried out by resin.

[0002]

[Description of the Prior Art] Recently, the blue LED and bluish green color LED which considers a gallium nitride system compound semiconductor as a luminescence chip was just put in practical use. The structure of the LED is shown in drawing 3. It comes to form the gallium nitride system compound semiconductor layer 2 which carried out p-n junction of the luminescence chip on silicon on sapphire 1, and silicon on sapphire 1 and a leadframe 4 are pasted up with adhesives 3, and the mold of the whole is carried out by resin 5. The epoxy resin is used for adhesives 3 and mold resin 5. Adhesives 3 are the purposes which are made to reflect luminescence of the gallium nitride system compound semiconductor layer 2 which penetrated silicon on sapphire 1 by the 4th page of a leadframe, and are taken out to a luminescence observation side side, although the adhesives 3 further protruded from the adhesion side turn to the 2nd page of a gallium nitride system compound semiconductor layer, it is the purpose which does not make inter-electrode short-circuit, and it is transparent and the epoxy resin which has insulation is used. The buffer layer to which the gallium nitride system compound semiconductor layer 2 becomes order from a silicon-on-sapphire 1 side from GaN, n type layer which consists of GaN, n mold cladding layer which consists of AlGaIn, and the barrier layer which consists of InGaIn, p mold cladding layer which consists of AlGaIn, and p mold contact layer which consists of GaN are made into terrorism structure to the double by which the laminating was carried out to order. According to this structure LED indicates the highest ever engine performance to be forward voltage (Vf)3.6V, the peak emission wavelength of 450-520nm, the luminous intensity of 1 cds or more, and 1.2mW or more of radiant power outputs in blue LED and bluish green LED in forward current (If)20mA.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although the property of said blue LED and the bluish green color LED had satisfied the specification enough in anticipated-use conditions, it had a still inadequate point. For example, when a continuation lighting trial is performed under a high-humidity/temperature condition like 85 degrees C and 85%RH, there is a fault that the fall of an output is large. For example, in the part, there are some to which the output after 500-hour progress falls to 60%. Since LED is the luminescence device excellent in dependability, it is necessary to realize blue LED which can maintain the output stabilized under the above high-humidity/temperature.

[0004] Therefore, it is in raising the dependability of LED which considers a gallium nitride system compound semiconductor as a luminescence chip, and the place which it is made in order that this invention may solve this problem, and is a thing, and is made into that purpose has declined [the output] to realize little LED, even if it specifically uses it under a severe condition.

[0005]

[Means for Solving the Problem] As for LED of this invention, the silicon-on-sapphire side of the luminescence chip with which it comes to carry out the laminating of the gallium nitride system compound semiconductor on silicon on sapphire is installed on a base material through adhesives, and the whole luminescence chip is further characterized by having pasted up said luminescence chip in the light emitting diode which comes to carry out mold by resin with the adhesives which consist of resin with a degree of hardness smaller than the resin by which mold was carried out.

[0006] The structure of LED of this invention is shown in drawing 1. The configuration of a fundamental luminescence chip is not different from the conventional LED of drawing 5, and is using as the ingredient with a degree of hardness smaller than mold resin 15 the property of adhesives 13 in which the silicon on sapphire 1 and the leadframe 14 of a luminescence chip are pasted up.

[0007] In case it is necessary to choose an ingredient with a degree of hardness smaller than mold resin 15 for example, and mold resin 15 uses the epoxy resin of the Rockwell (M) degree of hardness (Rockwell hardness shall point out the value in 25 degrees C in this specification hereafter) 120, soft ingredients, such as an epoxy resin smaller than 120, a urea resin, acrylic resin, and silicone resin, are used for adhesives 13. The degree of hardness is not expressed with the ingredient which has the elasticity of the shape of rubber like silicone resin with Rockwell hardness, for example, is expressed with it that it is also at the value of JIS-A, and can use preferably silicone resin with the value smaller than 60 with it. In adhesives 13, it is desirable for a hardness difference with mold resin 15 to choose 20 or more things still more preferably ten or more with Rockwell hardness. When a mutual hardness difference chooses a large thing, the stress concerning a chip becomes small and the dependability of LED improves. Even if it specifically uses it by the severe condition, it is rare for an output to decline.

[0008] Furthermore, although the above adhesives 13 are transparent, and adhesives 13 are transmitted to the side face of a luminescence chip and turn even to the p-n junction interface of a semi-conductor layer as shown in drawing 1 since it has insulation, it does not make inter-electrode short-circuit. And since adhesives 13 penetrate luminescence which penetrates silicon on sapphire 1 since it is transparent, and it is reflected by the 14th page of the leadframe which is an adhesion side, it is possible to take out luminescence outside effectively. Moreover, since the adhesive strength of a chip is heightened, it is also possible to make [many] the amount of adhesives intentionally. From the above mentioned, there is elasticity in the ingredient used for adhesives 13 most, and especially insulating and transparent silicone resin can be recommended to it.

[0009]

[Function] Closure resin carries out thermal expansion by generation of heat of a luminescence chip, distortion by expansion and contraction has a bad influence on a luminescence chip, and reducing the output of LED is known. As this cure, the resin (for example,

silicone resin) with which coefficients of thermal expansion differ as a buffer coat on the front face of a luminescence chip was covered with the former, and it was referred to as LED by carrying out the mold of the epoxy resin on that resin by it.

[0010] However, in this invention, it succeeded in making stress concerning a chip small and preventing the loss of power of LED by preparing a buffer coat in the adhesion side instead of a front face of a chip like before by using the structure peculiar to a gallium nitride system compound semiconductor luminescence chip of having the insulation and transparency substrate which are called sapphire.

[0011] First, by LED of claim 1, by choosing what has a degree of hardness smaller than mold resin for the ingredient of the resin on which a chip is pasted up, a buffer coat is prepared between silicon on sapphire and a base material, and the stress which starts a chip as this buffer coat is also can be eased.

[0012] In claim 3, adhesives were used as the resin which has the elasticity of the shape of rubber, such as silicone resin, as a combination with the largest effectiveness, and the resin which can express degrees of hardness, such as epoxy and an acrylic, for mold resin with Rockwell hardness is chosen. The absorptive power of the resin which has rubber-like elasticity is also large, and in LED of this invention, it is most suitable as adhesives, and if mold resin has Rockwell hardness smaller than 80, it is unsuitable as closure resin of LED.

[0013] Moreover, as claim 4 shows, even if it adds a rubber-like particle into the ingredient of adhesives, it is possible to give elasticity to adhesives. As for a rubber particle, it is desirable that the particle size chooses still more preferably 0.5 micrometers or less of things 0.1 micrometers or less. It is because adhesives will become opaque and it will be hard coming to penetrate luminescence, if larger than 0.5 micrometers. Therefore, as for a rubber-like particle, it is desirable to choose the thing of transparency or white. However, in this specification, transparency means that the luminescence wavelength of a gallium nitride system compound semiconductor layer is penetrated, and does not necessarily mean colorless transparency. Moreover, white shall mean the white which has the reflection factor which reflects luminescence of a gallium nitride system compound semiconductor layer.

[0014] While mixing in adhesives according to claim 1 and giving elasticity, it is good also as a filler, and it mixes in the adhesives of the shape of rubber which has elasticity from the beginning like claim 3 further, and a rubber particle is good also as a filler. If an ingredient with the larger heat conductivity than the ingredient which uses the ingredient of a rubber particle for adhesives preferably is chosen, it will become possible to be efficient and to tell generation of heat of a chip to base materials, such as a leadframe, and the life of a chip will improve.

[0015] It is also possible to increase the amount of adhesives intentionally like drawing 1 . and to heighten adhesive strength, since adhesives are resin equipped with insulation further again, and since the amount was increased temporarily and a component is not destroyed even if adhesives touch the p-n junction interface by the side of a semi-conductor layer, LED excellent in dependability can be offered.

[0016]

[Example]

A GaN buffer layer, an Si dope n mold GaN layer, the Si dope n mold AlGaIn cladding layer, the Si+Zn dope InGaIn barrier layer, the Mg dope p mold AlGaIn layer, and the Mg dope p mold GaN layer prepared for the front face of the silicon on sapphire of [example 1] 2 inch phi the wafer by which the laminating was carried out to order. After etching the gallium nitride system compound semiconductor layer side of this wafer in a predetermined configuration, according to the conventional method, the positive electrode was formed in the n mold GaN layer at n electrode and the p mold GaN layer. After electrode formation, the wafer was taken a break on 350-micrometer square with the scribe, and the LED chip was obtained. Next, this LED chip was set to the die bonder the whole wafer.

[0017] The leadframe for finishing setting up to LED of structure as shown in a die bonder at drawing 1 was set, and adhesives 13 were poured in with the dispenser into the cup of a leadframe 14. Degree-of-hardness [after hardening] (JIS-A) 32 and coefficient-of-thermal-expansion 3×10^{-4} /degree C and transparent and colorless silicone resin were used for adhesives 13. After carrying out die bond of the LED chip into a cup, it heated at 150 degrees C and adhesives were stiffened. Wire bonding was performed to the electrode of an LED chip by the wire bonder after adhesive setting.

[0018] After transporting the leadframe which the LED chip pasted up to mold equipment finally and carrying out the mold of the whole chip by resin 15, it heated at 120 degrees C, resin 15 was stiffened, and the LED lamp of structure as shown in drawing 1 was obtained. Resin 15 used the Rockwell hardness [after hardening] 115, and coefficient-of-thermal-expansion 7.8×10^{-5} /degree C transparent and colorless epoxy resin.

[0019] When the LED lamp created as mentioned above was made to turn on in ordinary temperature, in If20mA, they were Vf3.6V, the peak emission wavelength of 450nm, luminous-intensity 1200mcd, and 1.8mW of radiant power outputs. Moreover, these 100 LED lamps were independently extracted at random as an acceleration test, and under the high-humidity/temperature condition of 85 degrees C and 85%RH, there is that [no] to which the output fell 40mA rapidly when it carried out continuation lighting for 500 hours and compared with the first output, a sink and, and it was in **3% of range 95% altogether compared with the first output.

[0020] At the time of [example 2] die bond, used as Rockwell hardness [after hardening] 97, and coefficient-of-thermal-expansion 8.5×10^{-5} /degree C, and a transparent and colorless epoxy resin the adhesives with which a dispenser is filled up, and mold resin was further used as Rockwell hardness 117 and coefficient-of-thermal-expansion 7.8×10^{-5} /degree C and a transparent and colorless epoxy resin, and also the LED lamp was created like the example 1. When these 100 lamps were extracted similarly and the high-humidity/temperature trial was carried out in 40mA for 500 hours, there is that [no] to which the output fell rapidly, and it was in **4% of range 87% altogether.

[0021] What mixed the white rubber-like particle with a mean particle diameter of 0.1 micrometers for the adhesives with which a dispenser is filled up at the time of [example 3] die bond 10% of the weight to Rockwell hardness [after hardening] 97 and coefficient-of-thermal-expansion 8.5×10^{-5} /degree C and a transparent and colorless epoxy resin was used. Furthermore mold resin was used as Rockwell hardness 117 and coefficient-of-thermal-expansion 7.8×10^{-5} /degree C and a transparent and colorless epoxy resin, and also the LED lamp was created like the example 1. When the high-humidity/temperature trial of these 100 lamps was similarly carried out by 40mA for 500 hours, there is that [no] to which the output fell rapidly, and it was in **3% of range 92% altogether.

[0022] An example 4 is explained based on [example 4] drawing 2 . Although especially a fundamental configuration is not different from drawing 1 , it is using the base material of an LED chip as the ceramic substrate 24. The electrode pattern is beforehand formed in this ceramic substrate 24, and wire bonding of the electrode of an LED chip is carried out to the patternized electrode.

[0023] Die bond of the silicon on sapphire of the LED chip of an example 1 was carried out to the position of the ceramic substrate installed in the die bonder with adhesives 23. What mixed the white rubber particle with a particle size of 0.1 micrometers 5% of the weight as a filler to degree-of-hardness [after hardening] (JIS-A) 32 and coefficient-of-thermal-expansion 3×10^{-4} /degree C and transparent and colorless silicone resin was used for adhesives 35.

[0024] Next, after connecting the electrode of an LED chip, and the electrode of a ceramic substrate by the wire bonder, the LED chip

BEST AVAILABLE COPY

was closed by resin 25 with mold equipment. The Rockwell hardness [after hardening] 110 and coefficient-of-thermal-expansion $7.8 \times 10^{-5}/\text{degree C}$ transparent and colorless epoxy resin was used for resin 25.

[0025] When extracting 100 pieces from the LED lamp created as mentioned above and carrying out continuation lighting under 40mA and a high-humidity/temperature condition for 500 hours, there is that [no] to which the output fell rapidly, and it was in **4% of range 95% altogether compared with the first output.

[0026] In the [example of comparison] example 1, the same resin as mold resin was used for the adhesives at the time of die bond, and also LED was obtained similarly. When the high-humidity/temperature trial of these 100 LED lamps was carried out similarly, the output declined even to **10% 70% in 500 hours.

[0027]

[Effect of the Invention] as explained above, since LED of this invention can ease the stress which starts a chip by generation of heat of a chip by using as resin with a degree of hardness smaller than mold resin the adhesives on which a chip is pasted up in an adhesives layer, the dependability of a chip can be boiled markedly and it can raise it. Moreover, it is also possible to form the resin layer which turns into buffer coats, such as silicone resin currently performed conventionally, as a buffer coat between the gallium nitride system compound semiconductor layer of a chip and mold resin as other techniques.

[Translation done.]

BEST AVAILABLE COPY

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The type section Fig. showing the structure of the LED lamp of one example of this invention.

[Drawing 2] The type section Fig. showing the structure of the LED lamp of other examples of this invention.

[Drawing 3] The type section Fig. showing the structure of the conventional LED lamp.

[Description of Notations]

1 Silicon on Sapphire

2 Gallium Nitride System Compound Semiconductor Layer

13 23 Adhesives

15 25 Mold resin

14 24 Base material

特開平8-78727

(43) 公開日 平成8年(1996)3月22日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 33/00	C			
21/56	J			
23/28	D	692I-4E		

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-215556

(22) 出願日 平成6年(1994)9月9日

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 畠田 潤一

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 的場 功祐

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 岸 明人

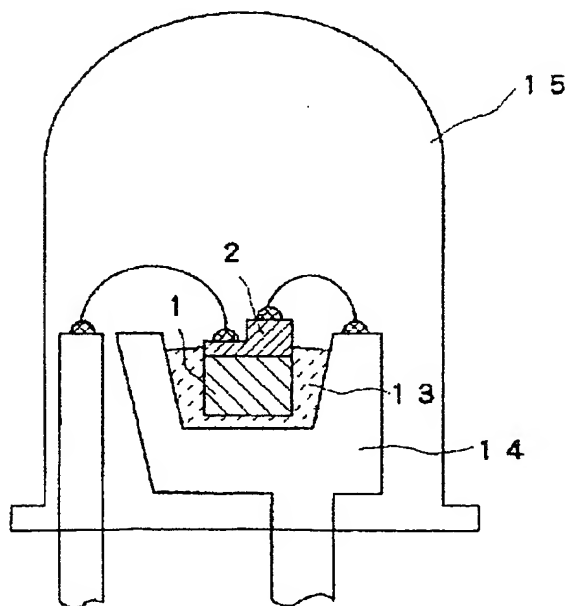
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 発光ダイオード

(57) 【要約】

【目的】 高温高湿下においても、安定した出力を維持できるような信頼性の高いLEDを実現する。

【構成】 サファイア基板1上に窒化ガリウム系化合物半導体2が積層されてなる発光チップのサファイア基板1面が接着剤13を介して支持体14上に設置され、発光チップ全体が樹脂15でモールドされてなる発光ダイオードにおいて、発光チップはモールド樹脂15よりも硬度の小さい樹脂よりなる接着剤13で接着されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 サファイア基板上に窒化ガリウム系化合物半導体が積層されてなる発光チップのそのサファイア基板面が接着剤を介して支持体上に設置され、さらに発光チップ全体が樹脂でモールドされてなる発光ダイオードにおいて、前記発光チップはモールドされた樹脂よりも硬度の小さい樹脂よりなる接着剤で接着されていることを特徴とする発光ダイオード。

【請求項2】 前記接着剤とモールド樹脂の硬度差が25℃におけるロックウェル硬度で10以上あることを特徴とする請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項3】 前記接着剤がゴム状弾性樹脂であり、前記モールド樹脂が25℃におけるロックウェル硬度が80以上の樹脂であることを特徴とする請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項4】 前記接着剤にはゴム状弾性微粒子が含有されることを特徴とする請求項1ないし請求項3の内のいずれか一項に記載の発光ダイオード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はサファイア基板上に窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x$, $0 \leq y$, $x+y \leq 1$) よりなる発光チップが、サファイア基板を接着面として支持体上に接着され、全体が樹脂でモールドされた構造を備える発光ダイオード (LED) に関する。

【0002】

【従来の技術】 最近、窒化ガリウム系化合物半導体を発光チップとする青色LED、青緑色LEDが実用化されたばかりである。そのLEDの構造を図3に示す。発光チップはサファイア基板1上にp-n接合した窒化ガリウム系化合物半導体層2が形成されてなり、サファイア基板1とリードフレーム4とは接着剤3で接着され、全体は樹脂5でモールドされている。接着剤3およびモールド樹脂5にはエポキシ樹脂が使用されている。接着剤3はサファイア基板1を透過した窒化ガリウム系化合物半導体層2の発光をリードフレーム4面で反射させて発光観測面側に取り出す目的で、さらに接着面からはみ出した接着剤3が窒化ガリウム系化合物半導体層2面に回り込んでも電極間をショートさせない目的で、透明で絶縁性を有するエポキシ樹脂が使用されている。窒化ガリウム系化合物半導体層2はサファイア基板1側から順に、Ga₂Nよりなるバッファ層と、Ga₂Nよりなるn型層と、AlGa₂Nよりなるn型クラッド層と、InGa₂Nよりなる活性層と、AlGa₂Nよりなるp型クラッド層と、Ga₂Nよりなるp型コンタクト層とが順に積層されたダブルヘテロ構造とされており、この構造により、LEDは順方向電流 (If) 20mAにおいて、順方向電圧 (Vf) 3.6V、ピーク発光波長450~520nm、光度1cd以上、発光出力1.2mW以上と、青

色LED、青緑LEDでは過去最高の性能を示している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 前記青色LED、青緑色LEDの特性は、通常の使用条件においては十分その仕様を満足しているが、未だ不十分な点があった。例えば85℃、85%RHのような高温高湿条件下で連続点灯試験を行った場合、出力の低下が大きいという欠点がある。例えばその一部では500時間経過後の出力が60%まで低下してしまうものがある。LEDは信頼性に優れた発光デバイスであるので、前記のような高温高湿下においても、安定した出力を維持できる青色LEDを実現する必要がある。

【0004】 従って本発明はこの問題を解決するためになされてもので、その目的とするところは、窒化ガリウム系化合物半導体を発光チップとするLEDの信頼性を高めることにあり、具体的には過酷な条件下で使用しても出力が低下することが少ないLEDを実現することにある。

20 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明のLEDは、サファイア基板上に窒化ガリウム系化合物半導体が積層されてなる発光チップのそのサファイア基板面が接着剤を介して支持体上に設置され、さらに発光チップ全体が樹脂でモールドされてなる発光ダイオードにおいて、前記発光チップはモールドされた樹脂よりも硬度の小さい樹脂よりなる接着剤で接着されていることを特徴とする。

【0006】 図1に本発明のLEDの構造を示す。基本的な発光チップの構成は図5の従来のLEDと変わるものではなく、発光チップのサファイア基板1とリードフレーム14とを接着している接着剤13の性質をモールド樹脂15よりも硬度の小さい材料としている。

【0007】 接着剤13には、モールド樹脂15よりも硬度が小さい材料を選択する必要がある。例えばモールド樹脂15がロックウェル (M) 硬度 (以下、本明細書においてロックウェル硬度は25℃での値を指すものとする。) 120のエポキシ樹脂を使用する際には、120よりも小さいエポキシ樹脂、ユリア樹脂、アクリル樹脂、シリコン樹脂等の柔らかい材料を使用する。シリコン樹脂のようなゴム状の弾性を有する材料では、その硬度はロックウェル硬度をもって表さず、例えばJIS-Aの値をもって表され、その値が60よりも小さいシリコン樹脂を好ましく用いることができる。接着剤13には、モールド樹脂15との硬度差がロックウェル硬度で10以上、さらに好ましくは20以上のものを選択することが望ましい。互いの硬度差が大きいものを選択することによりチップに係るストレスが小さくなりLEDの信頼性が向上する。具体的には過酷な条件で使用しても出力が低下することが少ない。

【0008】 さらに、前記のような接着剤13は透明で

絶縁性を有しているため、図1に示すように接着剤13が発光チップの側面を伝って半導体層のp-n接合界面にまで回り込んでも、電極間をショートさせることがない。しかも透明であるのでサファイア基板1を透過する発光を接着剤13が透過して、接着面であるリードフレーム14面で反射されるので、発光を有効に外部に取り出すことが可能である。また、チップの接着力を高めるため、意図的に接着剤の量を多くすることも可能である。以上のようなことより、接着剤13に使用する材料には、最も弾性があり絶縁性かつ透明なシリコン樹脂を特に推奨できる。

【0009】

【作用】発光チップの発熱により封止樹脂が熱膨張し、膨張、収縮による歪が発光チップに悪影響を与え、LEDの出力を低下させることが知られている。この対策として従来では発光チップの表面に緩衝層として熱膨張係数の異なる樹脂（例えばシリコン樹脂）を被覆し、その樹脂の上にエポキシ樹脂をモールドすることによりLEDとしていた。

【0010】しかし本発明では、サファイアという絶縁性かつ透明基板を有する窒化ガリウム系化合物半導体発光チップ特有の構造を利用することにより、従来のようにチップの前面ではなく、接着面に緩衝層を設けることにより、チップに係るストレスを小さくしてLEDの出力低下を防止することに成功した。

【0011】まず請求項1のLEDでは、チップを接着する樹脂の材料をモールド樹脂よりも硬度の小さいものを選択することにより、サファイア基板と支持体間に緩衝層を設け、この緩衝層でもってチップに係るストレスを緩和できる。

【0012】請求項3では最も効果の大きい組み合わせとして、接着剤をシリコン樹脂等のゴム状の弾性を有する樹脂とし、モールド樹脂をエポキシ、アクリル等の硬度をロックウェル硬度で表せる樹脂を選択している。ゴム状の弾性を有する樹脂は吸収力も大きく、本発明のLEDでは最も接着剤として適しており、モールド樹脂は、ロックウェル硬度が80より小さいとLEDの封止樹脂としては不適である。

【0013】また、請求項4で示すように接着剤の材料にゴム状の微粒子を添加しても、接着剤に弾性を付与することが可能である。ゴム微粒子はその粒径が0.5μm以下、さらに好ましくは0.1μm以下のものを選択することが好ましい。0.5μmよりも大きいと、接着剤が不透明となり発光を透過しにくくなるからである。従ってゴム状の微粒子は透明か、または白色のものを選択することが好ましい。但し、本明細書において、透明とは窒化ガリウム系化合物半導体層の発光波長を透過するという意味であり、必ずしも無色透明を意味するものではない。また、白色とは窒化ガリウム系化合物半導体層の発光を反射する反射率を有する白色を意味するもの

とする。

【0014】ゴム微粒子は請求項1に記載の接着剤に混入して、弾性を付与すると共にフィラーとしてもよいし、さらに、請求項3のように最初から弾性を有するゴム状の接着剤に混入して、フィラーとしてもよい。好ましくはゴム微粒子の材料を接着剤に使用する材料よりも熱伝導率の大きい材料を選択すると、チップの発熱を効率よく、リードフレーム等の支持体に伝えることが可能となり、チップの寿命が向上する。

【0015】さらにまた、接着剤が絶縁性を備える樹脂であるので、図1のように意図的に接着剤の量を増やして接着力を高めることも可能であり、仮に量を増やしたために、接着剤が半導体層側のp-n接合界面に触れても素子を破壊することがないので信頼性に優れたLEDを提供できる。

【0016】

【実施例】

【実施例1】2インチφのサファイア基板の表面に、GaNバッファ層と、Siドープn型GaN層と、Siドープn型AlGaNクラッド層と、Si+ZnドープInGaN活性層と、Mgドープp型AlGaN層と、Mgドープp型GaN層とが順に積層されたウェーハを用意した。このウェーハの窒化ガリウム系化合物半導体層側を所定の形状でエッチングした後、常法に従いn型GaN層にn電極、p型GaN層に正電極を形成した。電極形成後、ウェーハをスクライパーで350μm角にブレイクしてLEDチップを得た。次に、このLEDチップをウェーハごとダイボンダーにセットした。

【0017】ダイボンダーに図1に示すような構造のLEDに組み上げるためのリードフレームをセットし、リードフレーム14のカップ内に接着剤13をディスペンサーで注入した。接着剤13には、硬化後の硬度(JIS-A)32、熱膨張係数 $3 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ 、無色透明のシリコン樹脂を使用した。LEDチップをカップ内にダイボンダした後、150℃で加熱して接着剤を硬化させた。接着剤硬化後、ワイヤーボンダーでLEDチップの電極にワイヤーボンディングを行った。

【0018】最後に、LEDチップが接着されたリードフレームをモールド装置に移送し、樹脂15でチップ全体をモールドした後、120℃で加熱して樹脂15を硬化させ、図1に示すような構造のLEDランプを得た。樹脂15は硬化後のロックウェル硬度115、熱膨張係数 $7.8 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ の無色透明のエポキシ樹脂を使用した。

【0019】以上のようにして作成したLEDランプを常温で点灯させたところ、If20mAにおいて、Vf3.6V、ピーク発光波長450nm、光度1200mcd、発光出力1.8mWであった。また別に加速度試験として、このLEDランプ100個を無作為に抽出し、85℃、85%RHの高温高湿条件下で40mAを

5

流し、500時間連続点灯して、最初の出力と比較したところ、急激に出力の低下したものはなく、最初の出力に比べて、全て95%±3%の範囲にあった。

【0020】【実施例2】ダイボンド時にディスペンサーに充填する接着剤を、硬化後のロックウェル硬度97、熱膨張係数 $8.5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 、無色透明のエポキシ樹脂とし、さらにモールド樹脂をロックウェル硬度117、熱膨張係数 $7.8 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 、無色透明のエポキシ樹脂とする他は、実施例1と同様にしてLEDランプを作成した。このランプ100個を同様に抽出し、40mAにて500時間高温高湿試験したところ、急激に出力が低下したものはなく、全て87%±4%の範囲にあった。

【0021】【実施例3】ダイボンド時にディスペンサーに充填する接着剤を、硬化後のロックウェル硬度97、熱膨張係数 $8.5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 、無色透明のエポキシ樹脂に、平均粒径0.1μmの白色ゴム状微粒子を10重量%混合したものを使用した。さらにモールド樹脂をロックウェル硬度117、熱膨張係数 $7.8 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 、無色透明のエポキシ樹脂とする他は、実施例1と同様にしてLEDランプを作成した。このランプ100個を同様に40mAで500時間高温高湿試験したところ、急激に出力が低下したものはなく、全て92%±3%の範囲にあった。

【0022】【実施例4】図2を元に実施例4を説明する。基本的な構成は図1と特に変わるものではないが、LEDチップの支持体をセラミック基板24としている。このセラミック基板24には予め電極パターンが形成されており、LEDチップの電極はパターン化された電極とワイヤーボンディングされる。

【0023】実施例1のLEDチップのサファイア基板を、ダイボンドに設置されたセラミック基板の所定の位置に、接着剤23でダイボンドした。接着剤23には硬化後の硬度(JIS-A)32、熱膨張係数 $3 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ 、無色透明のシリコン樹脂にフィラーとして粒径0.1μmの白色ゴム微粒子を5重量%混合したものをを使用した。

【0024】次に、ワイヤーボンダーでLEDチップの

6

電極と、セラミック基板の電極とを接続した後、モールド装置にてLEDチップを樹脂25で封止した。樹脂25には硬化後のロックウェル硬度110、熱膨張係数 $7.8 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ の無色透明のエポキシ樹脂を使用した。

【0025】以上のようにして作成したLEDランプから100個を抽出し、40mA、高温高湿条件下で500時間連続点灯させたところ、急激に出力の低下したものはなく、最初の出力に比べて、全て95%±4%の範囲にあった。

【0026】【比較例】実施例1においてダイボンド時の接着剤に、モールド樹脂と同一の樹脂を使用する他は同様にしてLEDを得た。このLEDランプ100個を同様に高温高湿試験したところ、500時間で出力は70%±10%にまで低下した。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように本発明のLEDはチップを接着する接着剤をモールド樹脂よりも硬度の小さい樹脂としていることにより、チップの発熱によりチップに係るストレスを接着剤層で緩和することができるので、チップの信頼性を格段に向上させることができる。また他の技術として、チップの窒化ガリウム系化合物半導体層とモールド樹脂との間に、緩衝層として、従来より行われているシリコン樹脂等の緩衝層となる樹脂層を形成することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例のLEDランプの構造を示す模式断面図。

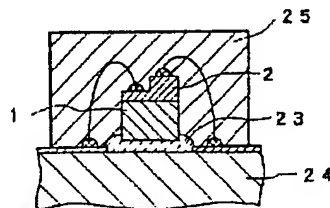
【図2】 本発明の他の実施例のLEDランプの構造を示す模式断面図。

【図3】 従来のLEDランプの構造を示す模式断面図。

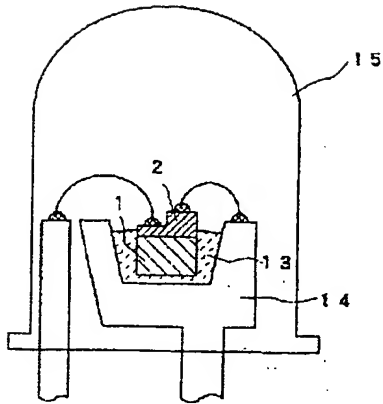
【符号の説明】

- 1 サファイア基板
- 2 窒化ガリウム系化合物半導体層
- 13、23 接着剤
- 15、25 モールド樹脂
- 14、24 支持体

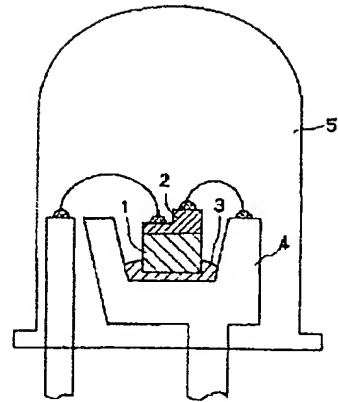
【図2】



【図1】



【図3】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.